



Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur biologischen Abwasserreinigung von kommunalen und /oder industriellen Abwässern mit Hilfe von Mikroorganismen enthaltender Biomasse, unter denen sich auch sessile Mikroorganismen befinden.

Es ist bekannt, Abwässer in Kläranlagen zu reinigen, wobei neben dem in den natürlichen Kreislauf zurückgegebenen, nur noch geringfügig belasteten Wasser in großen Mengen Klärschlamm anfällt. Dieser Klärschlamm besteht aus Abbauprodukten sowie aktiver und inaktiver Biomasse.

Grundsätzlich kann man die Mikroorganismen in zwei Gruppen unterteilen, nämlich die der suspendierten und die der sessilen Mikroorganismen. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht darin, daß die suspendierten Mikroorganismen, mit einer relativ geringen Generationszeit, in der sie umgebenden, Abwasser und Biomasse enthaltenden Flüssigkeit schwimmen oder schweben, und die sessilen Mikroorganismen, die eine länger Generationszeit aufweisen, sich bevorzugt auf angebotenen, festen Flächen ansiedeln.

Bei dem Reinigungsvorgang werden die Inhaltsstoffe des Abwassers durch die Mikroorganismen abgebaut, das heißt unter Aufbau von neuer Biomasse oxidiert. Der zur Oxidation erforderliche Sauerstoff wird der Flüssigkeit von außen zugeführt.

Während bei dem Reinigungsvorgang ein Teil der suspendierten Organismen ständig als Klärschlamm aus der Flüssigkeit entfernt werden müssen, bleiben die sessilen Organismen wesentlich länger erhalten, bis auch sie als inaktive Biomasse aus gespült werden. Dadurch sind diese Organismen in der Lage, sich zu adaptieren und auch schwer abbaubare Stoffe zu entfernen, wie sie zum Beispiel in industriellem Abwasser oder in Depo-niesickerwasser enthalten sind.

Die Klärung von Abwässern erfolgt sowohl in relativ großen Kläranlagen als auch in kleinen, mindestens ein Tauchrad aufweisenden Anlagen. Mit der Verwendung von Tauchrädern wird bezweckt, daß ausreichend Sauerstoff in die Klärflüssigkeit und Biomasse gelangt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen vorzusehen, um den Wirkungsgrad des bekannten Verfahrens zur biologischen Abwasserreinigung und der zu seiner Durchführung erforderlichen Vorrichtungen zu verbessern.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß frei bewegliche Träger als Aufwuchskörper für die sessilen Mikroorganismen unterhalb des Flüssigkeitsspiegels sowie innerhalb von auferlender Luft angeordnet werden und daß das Abwasser-Biomasse-Gemisch zusammen mit den Trägern permanent bewegt wird.

Die Anordnung von als Aufwuchskörper dienenden Trägern im Inneren des Abwasser-Biomasse-Gemisches erhöht die zur Verfügung stehende freie Oberfläche für die sich auf Flächen ansiedelnden sessilen Mikroorganismen entscheidend. Die Träger können — im Vergleich zur gesamten Anlage — relativ klein sein und aufgrund ihrer körperlichen Gestalt eine vergleichsweise extrem große Oberfläche besitzen. So ist es möglich, in einem Kubikmeter Abwasser-Biomasse-Gemisch frei bewegliche und insofern nicht miteinander verbundene Aufwuchskörper mit einer Gesamtoberfläche von 300 qm bis 500 qm für sessile Mikroorganismen anzuordnen. Dies hat zur Folge, daß sich diese Mikroorganismen in sehr viel höherem Maße als bisher in einer ent-

sprechend ausgerüsteten Anlage auf den zur Verfügung stehenden Flächen ansiedeln können, was dann auch eine entsprechende Verbesserung des Wirkungsgrades und der Brauchbarkeit der jeweiligen Anlage zur Folge hat.

Die permanente Bewegung und Durchmischung des Abwasser-Biomasse-Gemisches stellt sicher, daß sich die als Aufwuchskörper dienenden Träger mit ihren Mikroorganismen nicht an definierten Stellen festsetzen und eine gleichmäßige Verteilung in dem Gemisch sichergestellt ist.

Die als Aufwuchskörper dienenden Träger sind vorzugsweise zylindrisch und können aus Ringen und Stegen bestehen, wobei die Ringe auch co-axial sowie parallel zueinander angeordnet sein können und die Stege zur Verbindung der Ringe dienen. Zweckmäßigerweise ist der Durchmesser der Träger etwa gleich ihrer axialen Länge. Die Träger können aber auch eine kugelförmige Kontur besitzen und aus parallel zueinander angeordneten Stäben bestehen.

Grundsätzlich versteht es sich ferner, daß die Erfindung nicht auf eine bestimmte Form und Gestalt der als Aufwuchskörper dienenden Träger gerichtet ist. Ganz allgemein gilt, daß Aufwuchskörper mit einer möglichst großen Oberfläche bei vorgegebenem Volumen besonders zweckmäßig sind, sofern sichergestellt ist, daß sich die sessilen Mikroorganismen auf den vorhandenen Flächen ansiedeln können und eine Durchströmung des Aufwuchskörpers mit Abwasser möglich ist.

Sofern als Anlage ein Tauchrad dient, das an seinem Umfang Kammern mit Luftöffnungen sowie in seinem Inneren eine tragende Welle aufweist, sieht die Erfindung vor, daß die als Aufwuchskörper dienenden, frei beweglichen Träger im Inneren des Tauchrades zwischen den Kammern und der Welle angeordnet sind. Dieser Raum ist weitgehend mit Flüssigkeit gefüllt und wird permanent von hochperlender Luft durchströmt. Die sessilen Mikroorganismen werden daher auch ausreichend mit Sauerstoff versorgt, so daß sich der erforderliche Stoffwechsel einstellen kann. Durch die Drehung des Tauchrades bewegen sich die in ihm befindliche Flüssigkeit und Biomasse ebenfalls permanent, so daß sich die Aufwuchskörper ständig bewegen und sich nicht an bestimmten Stellen ablagern oder konzentrieren. Die permanente Durchmischung im Inneren des Tauchrades sorgt dabei auch für eine ununterbrochene Durchströmung der Aufwuchskörper.

Weitere Merkmale der Erfindung gehen aus Unteransprüchen im Zusammenhang mit der Beschreibung und der Zeichnung hervor.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen, die in der Zeichnung dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Tauchrades;

Fig. 2: eine Ansicht längs der Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3: in größerem Maßstab eine Ansicht einer Segmentkammer

Fig. 4: eine perspektivische Darstellung eines ersten, als Aufwuchskörper dienenden Trägers in größerem Maßstab;

Fig. 5: eine Ansicht wie in Fig. 4 von einem abgewandelten Träger;

Fig. 6: eine Ansicht wie in den Fig. 4 und 5 von einem dritten Träger;

Fig. 7: eine Ansicht wie in Fig. 1 mit wesentlichen Merkmalen eines abgewandelten Tauchrades und

Fig. 8: einen Schnitt längs der Linie VIII-VIII in Fig. 7.

Gemäß dem in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt eine Vorrichtung 1 zur biologischen Abwasserreinigung ein Tauchrad 2 mit einer angetriebenen, tragenden Welle 3 und Reaktionskammern 4 in Gestalt von Segmentkammern. Die Reaktionskammern 4 befinden sich am Umfang 5 des Tauchrades 2 und weisen radial nach außen gerichtete Luftdurchtrittsöffnungen 6 und radial nach innen gerichtete Luftdurchtrittsöffnungen 7 auf. Gebildet werden die segmentförmigen Reaktionskammern 4 mit Hilfe von im Abstand zueinander stehenden Platten 8 und Randstegen 9, die den Abstand der Platten 8 voneinander definieren. Gehalten sind die Platten 8 mit Hilfe von Tragestangen 10, 11, die wiederum mit ihren Enden an axial außen befindlichen Trageplatten 12, 13 befestigt sind. Zwischen den Trageplatten 12, 13 und der Welle 3 befinden sich schließlich noch plattenförmige, als axiale Verschlusswände dienende Zwischenstücke 14, 15, an denen die Trageplatten 12, 13 angeschweißt oder in sonstiger Weise befestigt sein können. Die Zwischenstücke 14 und 15 weisen schließlich noch jeweils mehrere Öffnungen 16 auf. In diesen Öffnungen 16 angeordnete Siebe (Siebbleche) 17 gestatten einen Austausch von zu klärendem Abwasser und Biomasse aus einem Raum 18, in dem sich das Tauchrad 2 befindet, und dem die Welle 3 umgebenden Inneren 19 des Tauchrades 2. Dieses Innere 19 ist etwa zylindrisch und reicht von der Welle 3 bis zu dem radial innen liegenden Rand 4' der segmentförmigen Reaktionskammern 4.

In dem Inneren 19 des Trägers 2 befinden sich lose sowie nicht miteinander verbundene, frei bewegliche, als Aufwuchskörper für sessile Mikroorganismen dienende Träger 20 in großer Zahl. Entsprechend der Bewegung des Abwasser-Biomasse-Gemisches bewegen sich auch die Träger 20 im Inneren 19 des Tauchrades 2. Sie gelangen dabei kontinuierlich von einer unteren Lage entsprechend dem Träger 20' bis in eine obere Lage entsprechend dem Träger 20'' in Fig. 2 und kommen dabei auch mit Luftblasen in Berührung, die aus den Reaktionskammern 4 während der Drehung des Tauchrades 2 austreten.

Zur Versorgung des Inneren der Reaktionskammern 4 und des die Welle 3 umgebenden, zylindrischen Inneren 19 des Tauchrades 2 mit Sauerstoff dienen die Luftdurchtrittsöffnungen 6 und 7 in den Reaktionskammern 4.

Die radial außen befindliche Luftdurchtrittsöffnung 6 einer jeden Reaktionskammer 4 wird von einer Lücke 21 gebildet, die sich in einem Teil 22 des Randsteges 9 befindet, der den außen liegenden Umfang 5 des Tauchrades 2 bildet. Die innen liegende Luftdurchtrittsöffnung 7 wird ebenfalls von einer Lücke 23 des Randsteges 9 gebildet. Die Lücke 23 befindet sich jedoch in einem radial innen liegenden, sich in Umfangsrichtung erstreckenden Teil 24 des Randsteges 9. Die Lücke 24 wird einerseits begrenzt von einem freien Ende 24' des Teiles 24 und von einem die Reaktionskammer 4 in radialer Richtung mittig von innen nach außen teilenden Zwischenstück 25. Der Randsteg 9 und seine Teile 22, 24 bzw. auch das Zwischenstück 25 sind Begrenzungswände mit einer sehr geringen axialen Erstreckung, so daß das Tauchrad 2 in axialer Richtung eine große Anzahl Reaktionskammern 4 aufweist.

Von dem Teil 24 des Randsteges 9 erstreckt sich ferner ein Leitkörper 26 in Gestalt eines Leitbleches zu einem zweiten, ebenfalls radial innen befindlichen Teil 27 des Randsteges 9 auf der anderen Seite des Zwischenstückes 25, wie aus Fig. 3 hervorgeht. Der Leitkörper 26 ist teilweise ununterbrochen und somit dicht und

teilweise ist er durchbrochen bzw. siebförmig. Die durch die Luftdurchtrittsöffnung 7 in das Innere 19 des Tauchrades 2 gelangende Luft durchströmt auch den siebförmigen Teil des Leitkörpers 26, wobei der nicht durchbrochene Teil des Leitkörpers 26 zur Führung des Abwasser-Biomasse-Gemisches und der sich in diesem befindlichen Träger 20 dient.

Wenn sich das Tauchrad 2 in Fig. 1 in Richtung des Pfeiles a dreht, bewegt sich das im zentrischen Inneren 19 des Tauchrades 2 befindliche Abwasser-Biomasse-Gemisch relativ dazu in entgegengesetzter Drehrichtung entsprechend dem Pfeil b. Dabei bewegt sich das Gemisch zunächst längs des Leitkörpers 26 und gelangt dann in den siebförmigen Bereich 28, durch den die Luft in das Abwasser-Biomasse-Gemisch ausperlt. Dabei versteht es sich, daß die Reaktionskammern 4 Luft nur dann aufnehmen, wenn sie über den Flüssigkeitsspiegel 29 auftauchen und diese Luft dann beim Abtauchen allmählich abgeben. Wenn sich die Reaktionskammern 4 beim Auftauchen jeweils wieder mit Luft füllen, strömt Flüssigkeit durch die Öffnung 7 und durch den siebförmigen Bereich 28 des Leitkörpers 26.

Die Träger 20 besitzen eine Größe etwa wie ein Fingerhut und können entsprechend den jeweiligen Anforderungen unterschiedlich groß bzw. auch unterschiedlich gestaltet sein. Drei verschiedene Ausführungsformen sind in den Fig. 4 bis 6 perspektivisch dargestellt, wobei für grundsätzlich gleiche Teile dieselben Bezugszahlen und zusätzlich jeweils ein unterscheidender Buchstabenindex vorgesehen sind.

Der Träger 20a gemäß Fig. 4 ist im wesentlichen zylindrisch. Er besteht aus Ringen 31a, 32a und 33a, die über Stege 34a und 35a miteinander verbunden sind. Die Ringe 31a, 32a und 33a sind parallel und co-axial zueinander angeordnet. Darüber hinaus sind auch zentrisch angeordnete, sich kreuzende Stege 36a vorgesehen. Zusammen ergeben die Ringe und die Stege eine insgesamt große Oberfläche, auf der sich die sessilen Mikroorganismen ansiedeln können.

Der Durchmesser der Ringe 31a, 32a und 33a ist etwa gleich groß wie die axiale Länge des Trägers 20a.

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen Träger 20b, der ebenfalls zylindrisch ist und etwa gleichen Durchmesser und axiale Länge besitzt. Er besteht im wesentlichen aus einem Rohrstück 37b mit nach außen gerichteten, achsparallelen Rippen 38b und mit nach innen gerichteten, sich kreuzenden Stegen 39b.

Der in Fig. 6 dargestellte Träger 20c besitzt eine etwa kugelförmige Kontur 40c und besteht aus parallel zueinander sowie im Abstand voneinander angeordneten Stäben 41c.

Die Länge der Stäbe 41c ist zur Erzielung der kugelförmigen Kontur 40c unterschiedlich. Im Zentrum ist ein Rohr 42c anstelle von einem oder mehreren Stäben 41c vorgesehen.

Die beiden Fig. 7 und 8 betreffen eine abgewandelte Vorrichtung 1d, wobei auch hier dieselben Bezugszahlen für gleiche Teile wie im Falle der Vorrichtung 1 und zusätzlich der Buchstabenindex d vorgesehen sind.

Die Vorrichtung 1d weist als Reaktionskammern 4d jeweils Rohre mit auf einem einzigen Radius liegenden, seitlich in Umfangsrichtung weisenden Öffnungen 6d zur Aufnahme und Abgabe von Luftsauerstoff auf. Wie Fig. 8 zeigt, sind in achsparalleler Lage mehrere Öffnungen 6d vorgesehen.

Zur Lagerung und Befestigung der Rohre 4d dienen Halteklammern 50d und zugleich als axiale Begrenzung

des Tauchrades 2d vorgesehene Trageplatten 12d und 13d. Hinsichtlich ihrer Form und Gestalt stellen die Trageplatten 12d und 13d — wie im übrigen auch die Trageplatten 12 und 13 der Vorrichtung 1 — Außenteile von Sektorelementen dar, die radial innen — bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 7 — mit sechseckigen sowie plattenförmigen, als Verschlusswänden dienenden Zwischenstücken 14d bzw. 15d verbunden sind. Die Zwischenstücke 14d und 15d sind wiederum drehfest mit der Welle 3d verbunden.

An den Halteklammern 50d sind ferner Siebbleche 51d mit Hilfe von Schrauben 52d befestigt. Die Siebbleche 51d sind bogenförmig und bilden zusammen einen Ring 53d. Das Innere 19d des Ringes 53d stellt eine zylindrische Kammer 54d dar, durch die sich die Welle 3d erstreckt. Die Kammer 54d dient nicht nur zur Aufnahme des Abwasser-Biomasse-Gemisches, sondern auch zur Aufnahme von Trägern 20d für die sessilen Mikroorganismen. Der aus Siebblechen 51d gebildete Ring 53d verhindert dabei, daß die Träger 20d radial nach außen in den Bereich der rohrförmigen Reaktionskammern 4d entweichen können.

In axialer Richtung wird die zylindrische Kammer 54d von den Trageplatten 12d und 13d bzw. von den Zwischenstücken 14d und 15d gebildet, wobei die Zwischenstücke 14d und 15d wiederum Öffnungen 16d für das Abwasser-Biomasse-Gemisch und zum Zurückhalten der Träger 20d in den Öffnungen 16d jeweils siebförmige Bleche 17d aufweisen.

Es versteht sich schließlich, daß die Erfindung nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Vorrichtungen 1 bzw. 1d zur biologischen Abwasserreinigung mit Hilfe von suspendierten und/oder sessilen Mikroorganismen in einer Einrichtung 55 bzw. 55d, die Luftsauerstoff in ein bewegtes, aus Abwasser und Biomasse bestehendes Gemisch fördert, kann auf unterschiedliche Weise verwirklicht werden und ist nicht auf die Verwendung von Tauchrädern 2, 2d beschränkt. Mit Tauchrädern 2, 2d lassen sich relativ kleine Anlagen verwirklichen, wobei das Tauchrad 2, 2d gemäß den Fig. 1 bzw. 7 in einem nach oben offenen Behälter 56, 56d angeordnet ist, der mit Abwasser und Biomasse gefüllt ist. Das Tauchrad 2, 2d ragt mit seinem Umfang jeweils teilweise aus dem Abwasser-Biomasse-Gemisch heraus, so daß es bei Drehung Sauerstoff aufnehmen und unter den Flüssigkeitsspiegel transportieren kann. Die Verwendung von frei beweglichen Trägern als Aufwuchskörpern für sessile Mikroorganismen in Verbindung mit anderen Einrichtungen, die Luftsauerstoff in ein bewegtes, aus Abwasser und Biomasse bestehendes Gemisch fördern, ist gleichermaßen möglich, wenn durch Leitbleche und/oder Siebbleche sichergestellt ist, daß sich die als Aufwuchskörper für die Mikroorganismen dienenden Träger in vorbestimmten Zonen aufhalten.

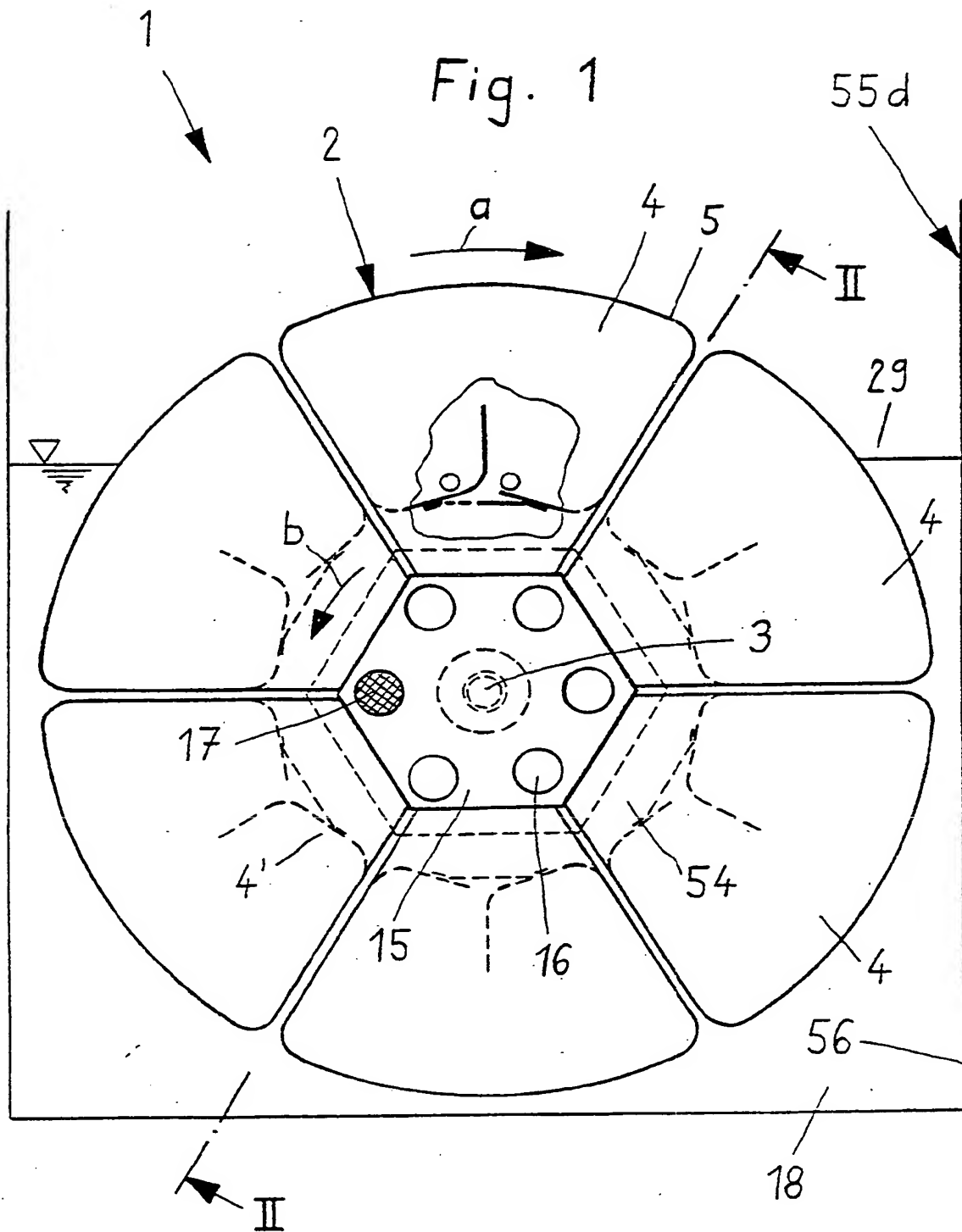
Ein weiterer Vorteil, der für den Einsatz und die Verwendung von frei beweglichen Trägern als Aufwuchskörpern spricht, besteht darin, daß die großen bis mittelgroßen Luftblasen während des Durchperlens von den Trägern zerteilt werden, so daß eine größere Gesamtblasenoberfläche entsteht. Diese bewirkt auch einen verbesserten Sauerstoffübergang. Durch die induzierten gegenläufige Rotationsbewegung der Flüssigkeit mit den Trägern im Inneren des Tauchrades werden die Luftblasen zum Teil entgegen ihrer natürlichen Aufwärtsbewegung wieder nach unten befördert. Dadurch werden die Kontaktzeit und der Sauerstoffausnutzungsgrad weiter erhöht. Auch der Widerstand bei der Durch-

perlung der bewegten Träger erhöht die Kontaktzeit. Ein verbesserter Wirkungsgrad ist daher die Folge.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen von kommunalen und/oder industriellen Abwässern mit Hilfe von Mikroorganismen, unter denen sich sessile Mikroorganismen befinden, **dadurch gekennzeichnet**, daß frei bewegliche Träger (20, 20a, 20b, 20c, 20d) als Aufwuchskörper für die sessilen Mikroorganismen unterhalb des Flüssigkeitsspiegels (29, 29d) sowie innerhalb von auferlender Luft angeordnet sind und daß sich das Abwasser-Biomasse-Gemisch permanent bewegt.
2. Vorrichtung zur biologischen Abwasserreinigung mit Hilfe von suspendierten und/oder sessilen Mikroorganismen in einer Einrichtung (55, 55d) die Luftsauerstoff in ein bewegtes, aus Abwasser und Biomasse bestehendes Gemisch fördert, **dadurch gekennzeichnet**, daß frei bewegliche Träger (20, 20a, 20b, 20c, 20d) als Aufwuchskörper für die sessilen Mikroorganismen vorgesehen sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die als Aufwuchskörper dienenden Träger (20, 20a, 20b, 20c, 20d) im Inneren (19, 19d) eines Tauchrades (2, 2d) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3 mit einem Tauchrad (2, 2d), das an seinem Umfang (5, 5d) Reaktionskammern (4, 4d) mit Luftdurchtrittsöffnungen (6, 7) bzw. mit Öffnungen (6d) für Luftsauerstoff sowie eine tragende Welle (3, 3d) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die frei beweglichen Träger (20, 20a, 20b, 20c, 20d) im Inneren (19, 19d) des Tauchrades (2, 2d) zwischen den Reaktionskammern (4, 4d) und der Welle (3, 3d) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß axial angeordnete, als Verschlusswände dienende Zwischenstücke (14, 15 bzw. 14d, 15d) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Öffnungen (16, 16d) für das Abwasser-Biomasse-Gemisch in den Zwischenstücken (14, 15 bzw. 14d, 15d) angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reaktionskammern (4) segmentförmig sind.
8. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reaktionskammern (4d) rohrförmig sind.
9. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Siebbleche (17, 17d bzw. 51d) zur Führung und Lagefixierung der Träger (20, 20d) gegenüber den Reaktionskammern (4, 4d) und/oder gegenüber dem Raum (18, 18d) außerhalb des Tauchrades (2, 2d) vorgesehen sind.
10. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Leitkörper (26), insbesondere in Gestalt von Leitblechen im Inneren (19) des Tauchrades (2) vorgesehen sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen



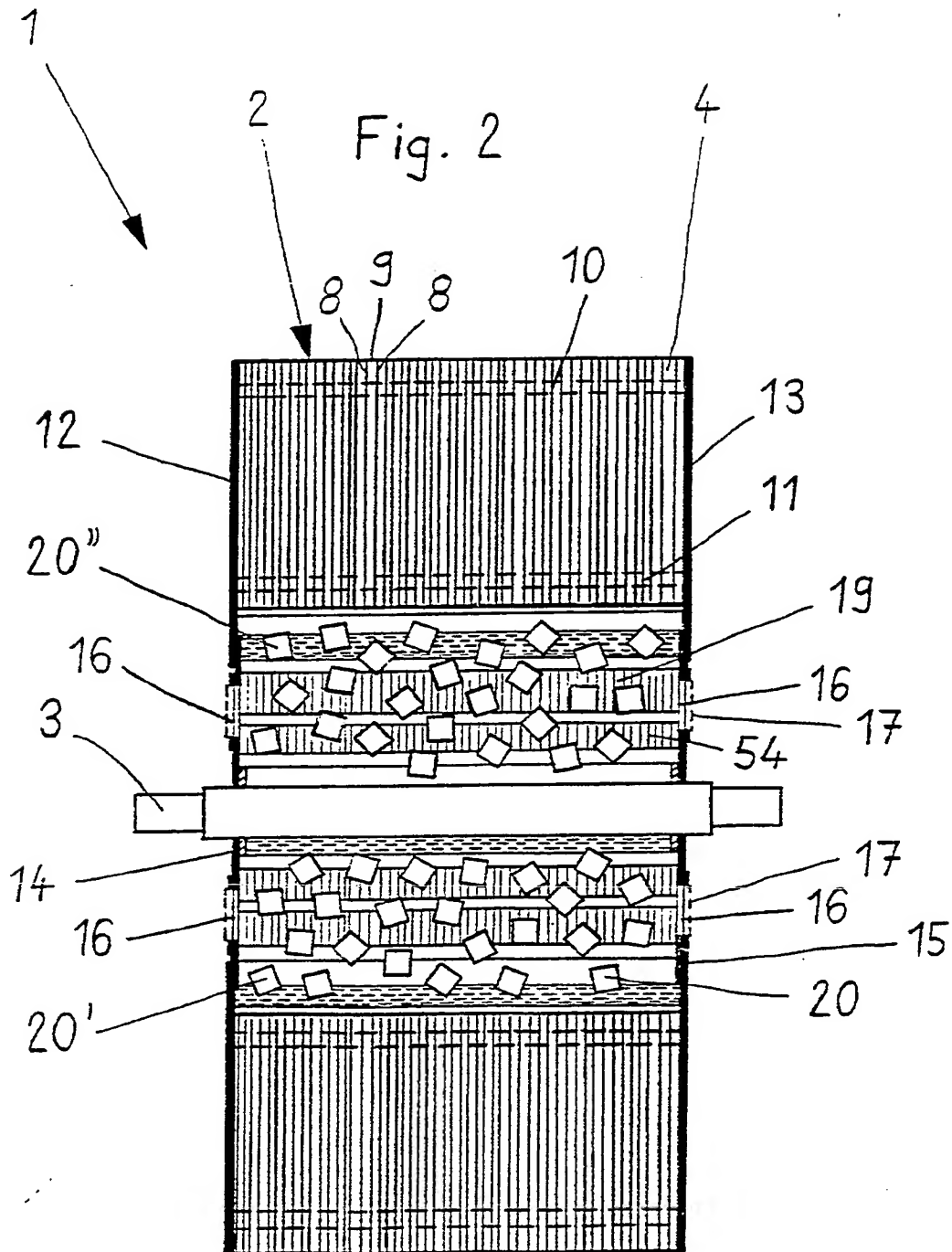
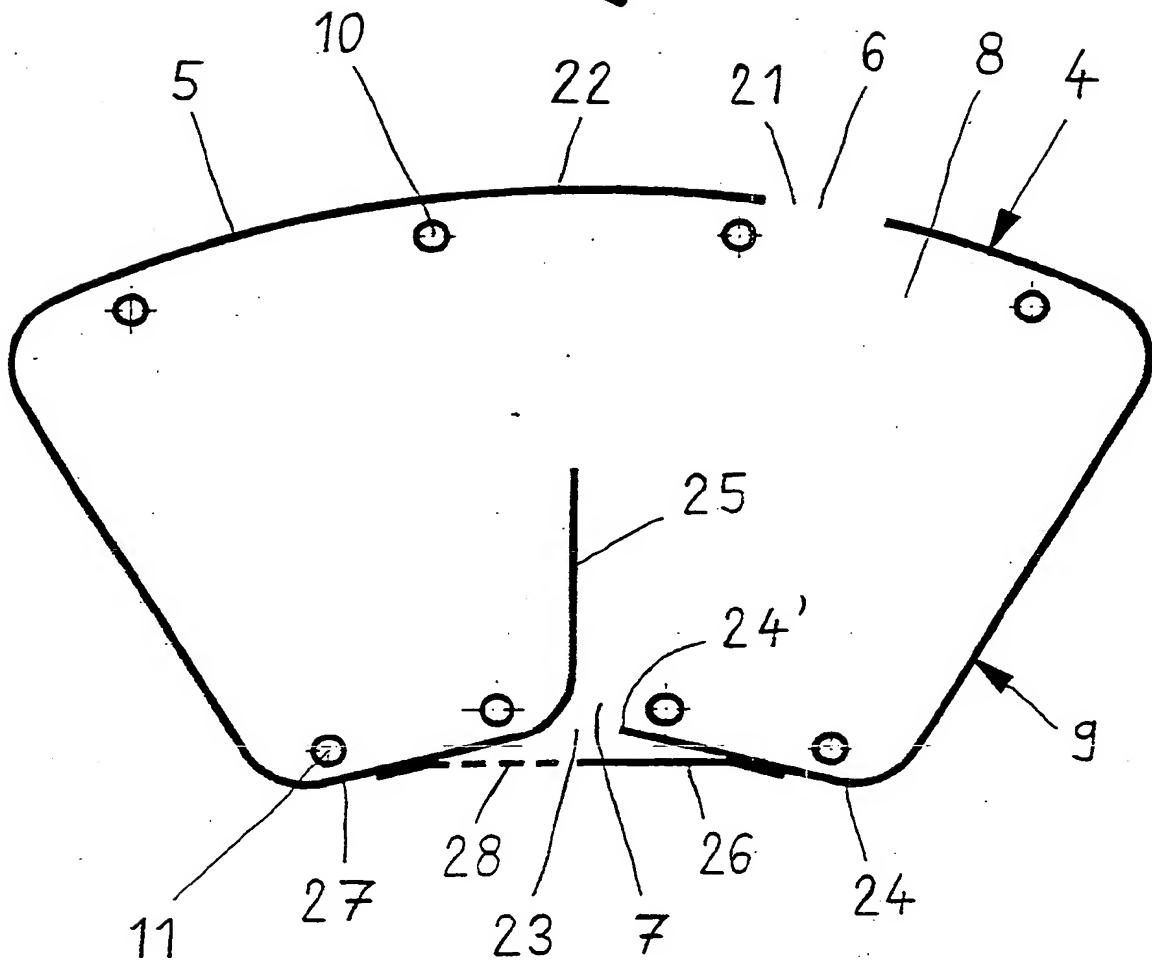


Fig. 3



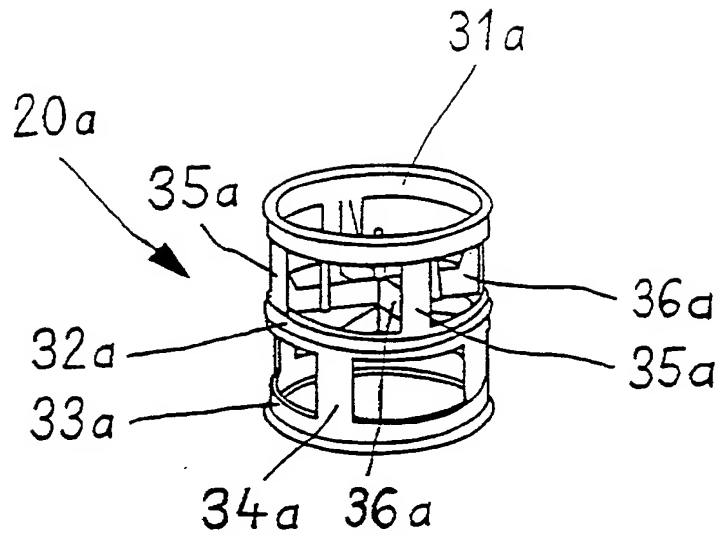


Fig. 4

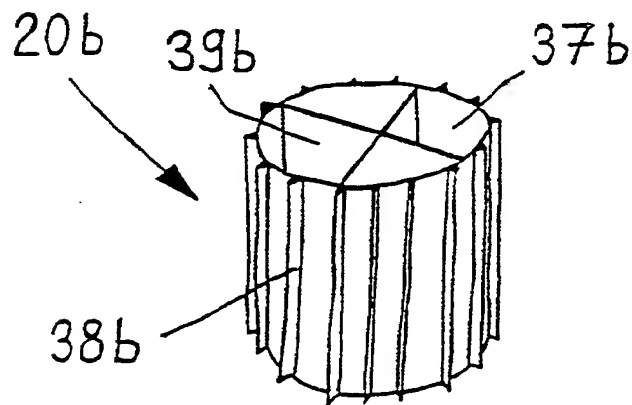


Fig. 5

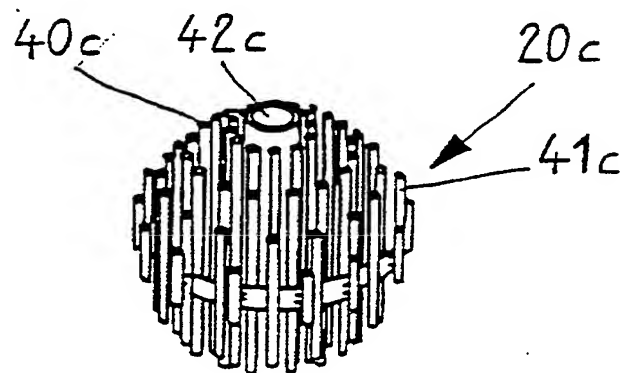


Fig. 6

